

Waloryzacja — nowy kierunek oceny wód podziemnych

Bronisław Paczyński*

Waloryzacja jako kierunek badawczy może być utożsamiana z wartościowaniem. Znalazła ona już szerokie zastosowanie przy porównawczych ocenach planowanych inwestycji, a nawet regionalnych klasyfikacjach środowiskowych (Zatorska-Sadurska, 1990). W badaniach tych wody podziemne traktowano jednak marginesowo, a co gorsza wybór wskaźników hydrogeologicznych był zupełnie przypadkowy. To przesądziło o podjęciu przez autora prac studialnych, głównie o charakterze metodycznym (Paczyński, 1988, 1989, 1992, 1993; Paczyński i in., 1995) oraz prób zastosowań kartograficznych (Atlas..., 1993, 1995; Paczyński, 1991). Zamknięciem tego 10-letniego etapu będzie opracowanie w 1997 r. *Atlasu waloryzacji wód podziemnych Polski 1 : 500 000*, a także zasad metodycznych.

Zadanie badawcze

Istotą waloryzacji jest w miarę obiektywna **ocena wartości wody podziemnej i systemu wód podziemnych (jednostki hydrogeologicznej lub dowolnego obszaru)**. Zadania te będą różne dla wód zwykłych, leczniczych i termalnych (tab. 1). Przy wartościowaniu **zwykłych** wód podziemnych ocena może się ograniczyć do jakości wody w aspekcie składu chemicznego, mineralizacji, cech fizycznych, walorów smakowych, kosztów uzdatniania oraz wieku.

Waloryzacja wód **leczniczych** będzie wymagała dodatkowych aspektów oceny, z preferencją unikalnych typów wód, np. Zuberą, obecności lub braku czynnika gazowego i podwyższonej temperatury. Mniej istotne są problemy uzdatniania, a często i wieku wody.

Jeszcze inaczej waloryzowana będzie woda termalna, gdzie obok temperatury najbardziej charakterystycznym elementem oceny pozostaje mineralizacja wody i możliwość samoczynnej eksploatacji.

Waloryzacja systemu wód podziemnych, obok oceny wartości samej wody uwzględniać musi uzupełniający zespół wskaźników oceny: typ wodonośca (krasowy, szczelinowy, porowy), odporność na zanieczyszczenia powierzchniowe (stopień izolacji, głębokość), rozmiary systemu wodonośnego i łączność hydrauliczna z otoczeniem, uwarunkowania eksploatacyjne (samowypływy, głębokość zwierciadła dynamicznego), rezerwy zasobowe (stopień zagospodarowania zasobów), potencjalni odbiorcy, dostępność obszarowa (ograniczająca — parki i rezerваты, zwarta zabudowa, akwenty powierzchniowe).

Zbieżny na ogół zespół wskaźników jest charakterystyczny również dla jednostek hydrogeologicznych, jedno lub wielopiętrowych, a nawet dowolnego, najczęściej administracyjnego obszaru. W tym ostatnim przypadku ocena może dotyczyć walorów hydrogeologicznych obszaru w sensie ogólnym, m.in. jakość wód, możliwości zaopatrzenia rozpoznanych użytkowników, rekreacji, zagospodarowania kopalnianego, zamierzonych zalesień itp. Rejony zakwalifikowane wyżej kształtować będą lepsze ceny ziemi lub preferencje dla ochronny zasobów wód podziemnych, np. przez ich zalesianie, z przeznaczeniem dla dużych ujęć, a przy niskich ocenach na zabudowę przemysłową, górniczą i transportową.

Powróćmy jeszcze do waloryzacji systemu wód podziemnych i zróżnicowań ocen zwykłych, leczniczych i termalnych wód podziemnych. Mimo znacznych podobieństw ocen, zwłaszcza dostępności obszarowej, różnic jest jednak więcej. Dotyczą one m. in. odporności na zanieczyszczenie, kluczowej dla wód zwykłych i do pominięcia przy wodach termalnych, z reguły bardzo dobrze izolowanych (Atlas..., 1995). Uwarunkowania eksploatacyjne istotnie ważące w ocenie waloryzacyjnej wód leczniczych, a szczególnie termalnych, podobnie jak potencjalni odbiorcy, są niżej notowane przy wartościowaniu wód zwykłych, koszt pozyskania których jest nieporównywalnie mniejszy. Właśnie te wysokie koszty zagospodarowania wód leczniczych i termalnych sprawiają, że przy ich ocenie liczą się dodatkowo walory krajobrazowe, klimatyczne, rekreacyjne, a nawet komunikacyjne. Wobec wzrastającej wciąż fali krajowych i zagranicznych turystów i kuracjuszy ten ostatni czynnik powinien być uwzględniony. Wreszcie rezerwy zasobowe wód podziemnych, jako wskaźnik deficytowości obszaru, kluczowy w waloryzacji wód zwykłych odgrywa mniejszą rolę przy ocenie wód leczniczych i zupełnie podrzędną przy wartościowaniu wód termalnych, eksploatowanych z reguły systemem dipolowym w układzie zamkniętym (pobór — przejęcie energii hydrotermalnej — zatłaczanie).

Odrębne zagadnienie, które w niedługiej przyszłości wymagać będzie również oceny waloryzacyjnej, stanowią struktury hydrogeologiczne, nadające się do magazynowania solanek kopalnianych, wód pozabiegowych, ciekłych substancji odpadowych, a nawet ścieków. Wiele prac o charakterze studialnym i eksperymentalnym zostało już wykonanych, głównie w obrębie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i w złożach gazu na monoklinie przedsudeckiej. Przed kilkudziesięciu laty wykorzystanie struktur hydrogeologicznych dla magazynowania gazu było również rozważane w obrębie wód zwykłych. Wydaje się jednak, że z uwagi na zagrożenie struktury wód zwykłych powinny być z tych działań i prac studialnych wyłączone, podobnie jak wody lecznicze i najbardziej perspektywiczne systemy wód termalnych. Kluczową rolę przy ocenie waloryzacyjnej tych struktur niewątpliwie odgrywa ich szczelność, a także skład chemiczny, temperatura wody i oczywiście pojemność i parametry potencjalnych chłonności otworów zatłaczających.

Zadanie badawcze, choć jedynie jest zarysowane bardzo rozległe i praktycznie, było testowane na razie wyłącznie w obrębie wód zwykłych, przy zastosowaniu ocen ogólnych i w skalach przeglądowych 1 : 200 000 – 1 : 1 000 000.

Koncepcja — kryteria oceny

Dotychczasowe oceny zwykłych wód podziemnych, sprowadzające się do ustalenia zasobów i jakości wody, nie pozwalają należycie określić ich wartości użytkowej, co ma istotne znaczenie przy zagospodarowaniu i ochronie tych wód (Mapa..., 1991). Pogłębienie oceny, umożliwiające większe zróżnicowanie wartości wody podziemnej sprzyjać powinno bardziej racjonalnemu użytkowaniu i ochronie tych dość ograniczonych zasobów. Dotyczy to zwłaszcza głębokich poziomów z wodami bardzo dobrej i trwałej

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

jakości, np. oligocenijskiego regionu mazowieckiego, dolnej kredy regionu łódzkiego lub górnej jury obszaru podlasko-lubelskiego (Paczyński, 1991). Mimo dość znacznego zasięgu zbiorniki te z uwagi na dużą głębokość (200–1000 m) i dobrą izolację są słabo odnawialne i mało zasobne. Wyodrębnienie ich w wyniku waloryzacji umożliwi oszczędne wykorzystanie przez stosowanie odpowiednio wysokich cen wody lub jej reglamentację.

Zanieczyszczenie pierwotnie dobrej jakości wód podziemnych (niskie pH) w strefach słabozaludnionych, a nawet w formalnie chronionych parkach narodowych Karkonoskim i Świętokrzyskim, niszczonej kwaśnymi deszczami dowodzi, że waloryzacja musi być prowadzona za pomocą zespołu czynników (ryc. 1). Wybór ich dostosowano do przegląduowej skali waloryzacji oraz ograniczonych danych wyjściowych.

Dla wód zwykłych, zajmujących górne piętro hydrosfery podziemnej i narażonych na wpływy antropogeniczne, najważniejszym kryterium waloryzacyjnym jest niewątpliwie stopień odporności systemów wodonośnych na zanieczyszczenia. Uznany jako wskaźnik zagrożenia wód podziemnych wywołany antropopresją jest powszechnie stosowany w kartografii (Albinet, 1970; Atlas ..., 1993, 1995; Bamberg, 1987; Czeban, 1972; Mapa..., 1991; Synowiec, 1991), choć oceny stopnia odporności, wyrażone głównie miąższością i przepuszczalnością nadkładu są bardzo zróżnicowane. Niektórzy (Albinet, 1970; Bamberg, 1987; Górski i in., 1984) uważają za bezpieczne zbiorniki wodonośne izolowane utworami słaboprzepuszczalnymi o miąższości już kilkudziesięciu metrów, niezależnie od głębokości; inni, w tym autor (Paczyński, 1992, 1993) wiążą odporność ze stopniem izolacji i głębokością. Stosunkowo płytkie poziomy wodonośne, np. do głębokości 50 m, wymagają szczelniejszej izolacji, a głębokie, występujące od 100–150 m — niższej. Wynika to z ochronnej roli nadkładu, nawet przepuszczalnego, jeśli jego grubość jest wystarczająco duża.

Uważam, że wymogi izolacyjne i bez parametru głębokości mogą mieć zastosowanie wyłącznie przy ocenie odporności na krótkotrwałe zdarzenia, nawet katastrofalne, natomiast ostrzejsze wymogi mają charakter uniwersalny, gdyż uwzględniają długotrwałość procesu oraz jego intensyfikację w zasięgu głębokich i rozległych lejów depresyjnych. Najbardziej wymiernym wskaźnikiem odporności zbiornika jest czas migracji potencjalnych zanieczyszczeń z powierzchni do strefy użytkowania wód podziemnych. Pierwszy raz szerzej użyty przy kwalifikacji odporności głównych zbiorników wód podziemnych w Polsce (Mapa..., 1991) i pośrednio zaproponowany również do ochrony ujęć

wód podziemnych (Macioszczyk i in., 1993) wiąże się on z trzema przedziałami czasowymi:

- 1) do 25 lat — niska odporność,
- 2) 25–100 lat — średnia odporność, oraz
- 3) ponad 100 lat — wysoka odporność.

Umownie można je utożsamiać ze stopniem izolacji i głębokością zbiornika:

- 1) do 50 m,
- 2) 50–150 m,
- 3) ponad 150 m.

Głębokie, w pełni izolowane zbiorniki, np. dolnej kredy w regionie łódzkim, schodzące do 800 i ponad metrów lub oligocenu regionu warszawskiego, występującego w przedziale 220–250 m najbardziej narażone są potencjalnym dopływem lateralnym z obszaru ich wychodni (Cr_1) lub ze stref głębokich rozcięć pokrywy izolacyjnej (Tr_{0i}). A zatem stopień odporności zbiorników wód podziemnych wymaga ocen zróżnicowanych, wynikających z układu izochron.

Kolejnym czynnikiem waloryzacji zbiorników wód zwykłych jest jakość wody, oceniana z jednej strony przez pryzmat składu chemicznego i własności fizycznych oraz podatności na proces uzdatniania, z drugiej zaś stopnia oddziaływania antropogenicznego. Aspekt antropopresji (Dynowska, 1993) pozwala na wyodrębnienie szczególnie cennych „starych” (rzędu setek i tysięcy lat) naturalnych wód bez najmniejszych wpływów cywilizacyjnych, a na drugim biegunie — silnie zanieczyszczonych, ale po stosownym uzdatnieniu wciąż mieszczących się w normie wód szybkiego obiegu. Idea tej klasyfikacji, choć pozwala na głębokie zróżnicowanie jakości wody, z uwagi na bardzo ograniczony materiał analityczny i genetyczny na obecnym etapie badawczym musi być zastąpiona uproszczonym podziałem na 4–5 klas wody nawiązującym do przyjętego w *Atlasie hydrogeologicznym Polski* (Atlas..., 1993, 1995) oraz w monitoringu krajowym (Wskazówki..., 1994). Przyszły, niezbędny rozwój analityki w kierunku oceny walorów zdrowotnych, zwłaszcza mikroskładników wód naturalnych wolnego obiegu, wraz z napływem miarodajnych i porównywalnych wyników monitoringu krajowego i regionalnych, powinien umożliwić uszczegółowienie podziału jakości wody w systemie waloryzacyjnym.

Trzecim podstawowym kryterium waloryzacji zbiorników wód zwykłych jest ich pozycja regionalna w zaopatrzeniu, a więc stopień deficytowości wodnej obszaru, wyrażony stanem rezerw zasobów wód podziemnych. Kraj nasz może być zakwalifikowany jako „dość ubogi w wody podziemne”, co ilustrują następujące wskaźniki (Atlas ..., 1993, 1994) dla wód zwykłych całej strefy saturacji:

- 1) zasoby zretencjonowane w poziomach użytkowych 1100 km³,
- 2) infiltracja efektywna (zasilanie) wszystkich poziomów wodonośnych — 100 km³/rok,
- 3) infiltracja efektywna (zasilanie) poziomów użytkowych — 18±3 km³/rok,
- 4) odpływ podziemny całkowity — 30,4 km³/rok,
- 5) zasoby dyspozycyjne poziomów użytkowych — ok. 15 km³/rok,
- 6) obecny pobór wód podziemnych — ok. 5 km³/rok.

Rozmieszczenie tych skromnych zasobów dyspozycyjnych jest ponadto bardzo nierównomierne, podobnie jak poboru wód podziemnych. Zestawienie zasobów i

Tab. 1. Główne kryteria waloryzacyjne całej strefy saturacji

	Wody zwykłe	Wody lecznicze	Wody termalne
Woda	mineralizacja koszty uzdatniania wiek walory smakowe skład chemiczny	właściwości lecznicze skład chemiczny czynnik gazowy temperatura	temperatura warunki samowypływu skład chemiczny mineralizacja czynnik gazowy
System wodonośny	dostępność terenu odporność na zanieczyszczenia stan rezerw zasobów	dostępność terenu uwarunkowania eksploatacyjne walory klimatyczne, krajobrazowe, rekreacyjne potencjalni odbiorcy odporność na zanieczyszczenia	potencjalni odbiorcy dostępność terenu uwarunkowania eksploatacyjne walory rekreacyjne, klimatyczne, krajobrazowe zasoby

eksploatacji lokalizuje regionalne stany rezerw: znaczne — na obszarach zasobnych i słabo zagospodarowanych, głównie Polski północnej, z wyjątkiem Wybrzeża i dużych miast oraz niewielkie — na obszarach mało zasobnych lub nawet średniozasobnych, lecz intensywnie zagospodarowanych, w tym górniczo, z głębokim, niekiedy pełnym zdepresjonowaniem strefy wód zwykłych, dotyczącym znacznej części Polski centralnej i południowej, kwalifikowanych do obszarów deficytowych. Zróżnicowanie według stanu rezerw zasobów wód podziemnych pozwala na stosowne preferencje waloryzacyjne obszarów i zbiorników wód podziemnych, uznanych za deficytowe, gdzie wartość wód podziemnych musi być wyższa w porównaniu z obszarami, gdzie zapotrzebowanie na wody podziemne jest niewielkie i może być łatwo zaspokojone. Do obszarów deficytowych, oprócz braku poziomów wodonośnych w randze użytkowych lub ograniczonych rezerw zasobowych, wynikających z wysokiego poboru wód podziemnych, odwodnień górniczych i budowlanych weszły również ostatnio przy opracowywaniu atlasu waloryzacyjnego strefy zdegradowanych jakościowo płytkich zbiorników wód podziemnych.

Pojęcie deficytowości obszaru i preferencji waloryzacyjnych wód podziemnych w znacznym stopniu wiąże się z dyspozycyjnością zasobów wód powierzchniowych. W obszarach ubogich w wody powierzchniowe, z rzadką siecią hydrograficzną, jak np. w regionie lubelskim ranga wód podziemnych jako źródła zaopatrzenia wzrasta i odwrotnie w rejonach wysokiego modułu odpływu rzecznej i gęstej

sieci rzecznej niedostatek wód podziemnych może być kompensowany wykorzystaniem dla zaopatrzenia zasobów wód powierzchniowych. We wcześniejszych pracach metodycznych (Paczyński, 1993), a także kartograficznych, również w *Atlasie hydrologicznym Polski* (Atlas..., 1993, 1995) właśnie zasobność (dostępność) wód powierzchniowych jako alternatywnego źródła zaopatrzenia i wyrażana modulem odpływu stanowiła uzupełniające kryterium waloryzacyjne. Relacja wskaźnika przeliczeniowego (α) stosownie do modułu odpływu wynosiła:

$$q > 10 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{km}^2 \text{ — } \alpha 1,0,$$

$$q 10\text{--}5 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{km}^2 \text{ — } \alpha 1,1,$$

$$q 5\text{--}3 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{km}^2 \text{ — } \alpha 1,2,$$

$$q < 3 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{km}^2 \text{ — } \alpha 125.$$

Przy opracowywaniu od 1993 r. *Atlasu waloryzacji zwykłych wód podziemnych Polski* zrezygnowano jednak z tego wskaźnika, gdyż pomijał on jakość wód powierzchniowych, wymagającą, z uwagi na zmienność czasową, niemal bieżącej weryfikacji. Zanieczyszczenie głównych rzek Polski, np. Wisły, wody której od Przemyśla do rejonu Krakowa wykazują mineralizację ponad 2 g/dm^3 , nie pozwala na wykorzystanie tego wskaźnika do zadań waloryzacyjnych w skali całego kraju. Kryterium zasobności (dostępności) wód powierzchniowych nie powinno być jednak w przyszłości wykluczone, zwłaszcza dla Gómośląskiego Zagłębia Węglowego, który zapewnił sobie znaczne ilości wód powierzchniowych dobrej jakości, a także obszarów górskich, dysponujących wystarczającymi zasobami wód rzecznych w strefach źródłiskowych.

Istotnym czynnikiem wprowadzonym przy ocenie atlasu waloryzacyjnego jest **rola wód podziemnych** w zaopatrzeniu, a więc infrastruktura gospodarki wodnej obszaru. Kształtują ją nie tylko warunki hydrogeologiczne, lecz również swoisty rozwój gospodarczy obszaru, uwarunkowania historyczne, a nawet praktyczne. W pierwszym etapie waloryzacji będzie dominować oczywiście tytułowa rola/ranga wód podziemnych jako źródła zaopatrzenia.

W pierwszych pracach metodycznych zamkniętą wstępną koncepcją wydzielenia głównych zbiorników wymagających ochrony (Mapa..., 1991), a także przeglądowa waloryzacja obszarowa (Paczyński, 1988, 1991) równorzędnymi kryteriami oceny były również:

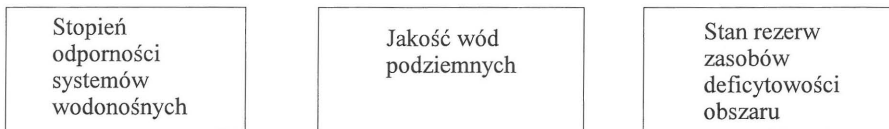
1) **wskaźnik zasobności** wód podziemnych, wyrażony modulem, sygnowany zgodnym kierunkiem wartości $M < 5 \text{ m}^3/\text{d} \times \text{km}^2 \text{ — } 0 \text{ pkt.}$ do $M > 200 \text{ m}^3/\text{d} \times \text{km}^2 \text{ — } 10 \text{ pkt.}$ oraz

2) **dostępność terenu**, a więc i wód podziemnych, od b. ograniczonej (parki narodowe, rezerwaty) 0 pkt., ograniczonej (zwarta zabudowa, masywy leśne) 5 pkt., bez ograniczeń 10 pkt.

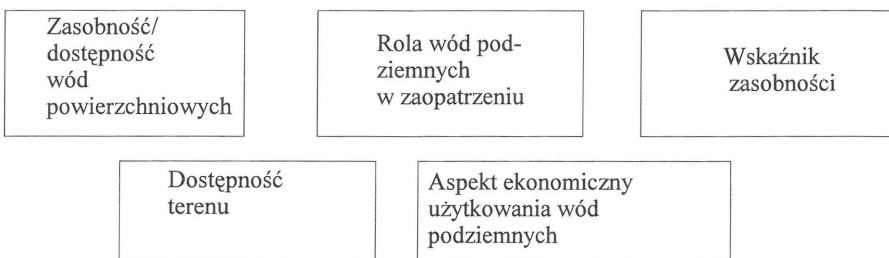
Ocena waloryzacyjna prowadzona według takich założeń wy-

A. PRZEGLĄDOWA OCENA

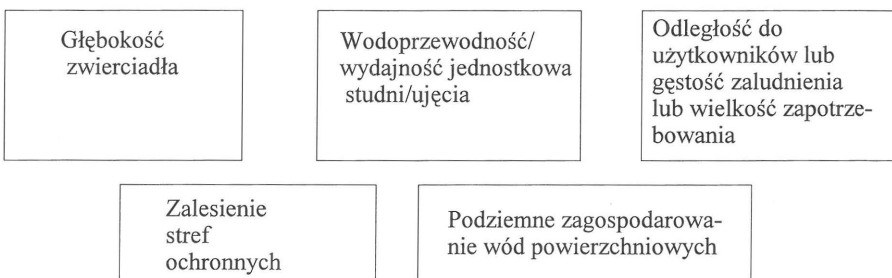
I rzędu



II rzędu



B. SZCZEGÓŁOWA OCENA



WYNIK

Lista rankingowa według wartości: zbiorników wód podziemnych, jednostek hydrogeologicznych, obszarów, również w układzie administracyjnym

Ryc. 1. Kryteria waloryzacyjne oceny zwykłych wód podziemnych

kazała niskie wartości regionów Polski południowej i dość wysokie pozostałej części obszaru, ale również daleko idące uśrednienia (Paczyński, 1988, 1993). Wynikały one właśnie z włączenia do oceny modułu zasobów dyspozycyjnych oraz dostępności terenu. Zwłaszcza ostatni czynnik, obniżający punktację stref zabudowanych w stosunku do stref wolnych zaprzeczał ogólnej koncepcji waloryzacyjnej, preferującej wzrost wartości wód podziemnych na obszarach ogólnie kwalifikowanych do deficytowych. Aspekt dostępności terenu ma jednak istotne znaczenie i w opracowywanym obecnie atlasie waloryzacyjnym został utrzymany. Z jednej strony obniża on wartość płytkich zbiorników wód podziemnych, praktycznie bez szans na ochronę jakości wody w strefach zwartej zabudowy i zdegradowanych a także bez możliwości ich zagospodarowania w zasięgu parków narodowych, z drugiej zaś podwyższa wartość głębokich, izolowanych od powierzchni zbiorników, których eksploatacja nie ma wpływu na obszary chronione.

Zbiorniki te, np. oligoceński, w znacznej części Warszawy stanowią jedyne, poza wodociągiem centralnym źródło wody pitnej. Dotychczasowe doświadczenia waloryzacyjne przemawiają za celowością zachowania w toku oceny **aspektu zasobowego**, ale wyłącznie w postaci modułu zasobów odnawialnych. Ma on bowiem charakter ważnego czynnika ułatwiającego wartościowanie głębokich, mało zasobnych zbiorników z wodami dobrej i bardzo dobrej jakości.

Wartościowanie zbiorników wód podziemnych, prezentowane m.in. na sympozjum w Palandze (Paczyński, 1992), zostało podjęte w badaniach Uniwersytetu Petersburskiego Kuzmicka, 1994), gdzie waloryzację ukierunkowano na regionalizację ekologiczno-hydrogeologiczną, prowadzącą do ustalenia jednostkowej ceny wody podziemnej, a więc aspektu ekonomicznego użytkowania wód podziemnych (System..., 1985). Jakkolwiek preferencja zbiorników z wodami dobrej i trwałej jakości nie znalazła odzwierciedlenia w końcowych wynikach, m.in. z uwagi na dominujący wpływ kosztów transportu, ten kierunek waloryzacji powinien być rozwijany.

Oprócz wyżej wymienionych czynników waloryzacyjnych — przy ocenach szczegółowych, zmierzających do pogłębionego zróżnicowania zbiorników wód podziemnych — nieodzowne wydaje się uwzględnienie następujących zagadnień:

- 1) głębokość zwierciadła,
- 2) wodoprzewodność (lub wydajność jednostkowa studni/ujęcia),
- 3) odległość do potencjalnych, dużych użytkowników,
- 4) zalesienie, w aspekcie walorów ochronnych,
- 5) włączenie do oceny stref podziemnego zagospodarowania wód powierzchniowych (ujęcia infiltracyjne).

Pierwszy z przytoczonych parametrów ma bardzo istotny wpływ na koszty eksploatacji ujęć, a nawet ich budowy (średnice studzien). Użytkowanie w warunkach samowypływu, z drugiej zaś pompami opuszczanymi do głębokości 100 i więcej metrów to duża różnica ceny jednostkowej wody (System..., 1985). Ma to istotne znaczenie, zwłaszcza dla rozproszonych, małych i średnich odbiorców.

Drugim wyrazistym wskaźnikiem kosztów eksploatacji wód podziemnych jest parametr wodoprzewodności lub wydajności jednostkowej studni (ujęcia). Strefy basenu o wyższych wartościach tych parametrów, rozpoznane w toku rozpoznania hydrogeologicznego były określane zawsze jako perspektywiczne dla użytkowania, umożliwiając większą koncentrację ujęcia oraz uzyskanie wyższych wydajności, a więc niższe koszty eksploatacji.

Parametr odległości do potencjalnych, dużych użytkowników może być traktowany jako rozwinięcie sygnalizowa-

nej już ograniczonej dostępności wód podziemnych, np. w miastach. Wartość wód podziemnych wzrasta w sąsiedztwie aglomeracji miejskich i użytkowników przemysłowych i spada na terenach słabozaludnionych. Wskaźnikiem waloryzacyjnym, stosowanym równoległe z odległością do potencjalnych użytkowników może być także gęstość zaludnienia lub po prostu wielkość zapotrzebowania na wodę, liczonego jednak dla konkretnych zamierzeń inwestycyjnych a nie wynikających z prognoz demograficznych lub z planów perspektywicznych, przedstawiających, jak na razie, niewielką wartość.

Zalesienie, w aspekcie walorów ochronnych, należy traktować jako nowy element w procesie wartościowania wód podziemnych. Masywy leśne, uznawane dotychczas jako samoistne wartości ekologiczne obszaru, oceniane legislacyjnie wyżej niż wody podziemne, ograniczały do nich dostęp zwłaszcza gdy w grę wchodziły płytkie, odsłonięte zbiorniki. Wartość wód podziemnych ciągle jednak wzrasta, podobnie jak koszty ich zagospodarowania, uwzględniając m. in. konieczność ochrony dużych ujęć, wymagające wyłączenia z normalnego użytkowania rolniczego, przemysłowego, a nawet komunalnego znacznych obszarów (Macioszczyk i in., 1993). Z drugiej strony obszary leśne, poza parkami i rezerwatami, poddane są normalnym rygorom rynkowym, gdzie istotną rolę pełni cena drewna.

Zderzenie ekonomiczne tych dwóch rynków i gospodarki wodami podziemnymi i gospodarki lasami może otworzyć pole dla nowej, bardziej dla leśnictwa opłacalnej struktury ekonomicznej — zalesienie obszarów dla ochrony dużych ujęć wód podziemnych, perspektywicznych odcinków struktur wodonośnych lub nawet stref alimentacyjnych głównych zbiorników wód podziemnych, wymagających szczególnej ochrony, zwłaszcza obszarów najwyższej ochrony (ONO). Zadaniem specjalnych zalesień byłaby ochrona wód podziemnych a nie wyrąb drewna, a przeznaczeniem dodatkowym — ukierunkowana rekreacja. Wartość wód podziemnych na obszarach zalesień byłaby oczywiście zwielokrotniona, zwłaszcza w odniesieniu do płytkich, odsłoniętych zbiorników.

Odrębnym zagadnieniem jest ocena potencjalnych obszarów podziemnego **zagospodarowania wód powierzchniowych** (ujęcia infiltracji brzegowej). Do obszarów takich kwalifikują się zbiorniki wód podziemnych o znacznej wodoprzewodności, pozostających w bezpośredniej więzi hydraulicznej z akwenami powierzchniowymi, dysponującymi wystarczającą pojemnością lub zasobami dyspozycyjnymi. Dotychczas, choć rozważana, ocena taka nie była włączona do procesu waloryzacyjnego, głównie z uwagi na zmienną, ale przeważnie bardzo złą jakość wód powierzchniowych.

Przykłady długotrwałego funkcjonowania bardzo dużych ujęć komunalnych typu infiltracyjnego, np. wodociągów miejskich dla Poznania mimo okresowo złej jakości wód Warty, świadczą jednak o celowości podjęcia takiej

Tab. 2. Jednostkowa wartość wód podziemnych M (w punktach)

Jakość wody	Stopień izolacji poziomu wodonośnego		
	wysoki ponad 150 m głęb.	średni 150–50 m głęb.	niski do 50 m głęb.
Bardzo dobra (bez uzdatniania)	10	7	5
Dobra (niewielkie uzdatnianie)	8	5	3
Średnia (pełne uzdatnianie)	6	3	1
Zła (kosztowne i nieopłacalne uzdatnianie)	0,5	0,5	0,5

oceny, oczywiście z wyłączeniem odcinków dyskwalifikujących akwenty powierzchniowe jako źródło alimentacji.

Przy omawianiu kryteriów z nich została zakwalifikowana do oceny przeglądowej — A (tab. 2), reszta zaś do oceny szczegółowej — B. Oznacza to jedynie, że przy ocenach szczegółowych oprócz zespołu kryteriów przeglądowych — A powinny być również uwzględniane czynniki grupy B.

Metodyka i wyniki

Dotychczasowe oceny zwykłych wód podziemnych Polski, zarówno wcześniejsze (Paczyński, 1988, 1991), jak też zawarte w wydanym właśnie atlasie hydrogeologicznym (Atlas..., 1993, 1995), wreszcie w realizowanym obecnie atlasie waloryzacyjnym, mają charakter wstępny, przeglądowy, wyrażony skalą 1 : 500 000 – 1 : 750 000. Pomijając interpretacje wcześniejsze już opisane, zatrzymam się jeszcze na mapie waloryzacji i ochrony wód podziemnych (Atlas..., 1993, 1995), obejmującej wszystkie główne poziomy użytkowe oraz główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) wymagające szczególnej ochrony (Mapa..., 1991). Waloryzacja punktowa — od 0,5 pkt. do 10 pkt. — wynikała z czterech klas jakości wody i trzech klas stopnia izolacji poziomu wodonośnego i prowadziła (tab. 2) do jednostkowej wartości wód podziemnych M.

Wartość jednostkowa była jeszcze przeliczana przez dwa kryteria uzupełniające: zasobność/dostępność wód powierzchniowych (α) według przeliczników podanych w poprzednim rozdziale 1,0–1,25 oraz stanu rezerw zasobów wód podziemnych (β),

- niewielkim — poniżej 25% 1,5;
- średnim — 25–75% 1,25 i
- wysokim — ponad 75% 1,0.

Wynik zapisany $W = M \times \alpha \times \beta$ ustalał ostateczną wartość poziomu wodonośnego (W) w pięciostopniowej klasyfikacji waloryzacyjnej (tab. 3).

Tab. 3

Klasa wartości	W (pkt.)
A. Bardzo mała	poniżej 2
B. Mała	2–5
C. Średnia	5–10
D. Duża	10–15
E. Bardzo duża	ponad 15

Klasy waloryzacyjne głównych poziomów użytkowych ilustrowano na mapie (Atlas..., 1993, 1995) barwnymi profilami, reprezentatywnymi dla danego rejonu, natomiast dla GZWP — uśrednioną wartością dla całego zbiornika. Mimo dość

gęstej lokalizacji typowych profili waloryzacyjnych i 180 charakterystycznych GZWP, z uwagi na brak ciągłej interpretacji ocenę zakwalifikować należy jako wstępną.

W realizowanym atlasie waloryzacji wód podziemnych kontynuowano przyjęte zasady metodyczne, a więc jakości wody i stopnia izolacji jako głównych kryteriów, powiększając jednak liczbę klas: jakości wody do 7 i stopnia izolacji do 5. Wraz ze zwiększeniem ilości kryteriów uzupełniających:

- odnawialności zasobów,
- stanu rezerw zasobów wód podziemnych i
- roli wód podziemnych w zaopatrzeniu oraz rozszerzeniem punktacji (<60 pkt.) uzyskano 5 klas waloryzacyjnych:

- 1) bardzo duża — ponad 60 pkt.,
- 2) duża — 40–60 pkt.,
- 3) średnia — 15–40 pkt.,
- 4) mała — 5–15 pkt.,
- 5) bardzo mała — do 5 pkt.

Dwie pierwsze klasy wód o najwyższej wartości będą wydzielone jako najbardziej cenne, wymagające szczegól-

nej ochrony, a niekiedy reglamentacji i znajdują się w banku komputerowym. Wartość jednostkowa i wskaźniki przeliczeniowe oceny waloryzacyjnej ilustruje tabela 4.

Tab. 4. Kryteria uzupełniające α , β , γ

Kryteria	Parametr oceny	Wskaźnik przeliczeniowy
α zasilanie poziomu użytkowego	do 20 m ³ /d x km ²	1,5
	20–50 m ³ /d x km ²	1,3
	50–100 m ³ /d x km ²	1,2
	100–200 m ³ /d x km ²	1,1
	ponad 200 m ³ /d x km ²	1,0
β stan rezerw zasobów wód podziemnych — deficytywność obszaru	do 25%	1,5
	25–75% ponad 75%	1,25 1,0
γ poziomy stanowiące główne lub jedyne źródło zaopatrzenia lub zachowujące użytkowość w zwartej zabudowie		1,25

$$W = W_1 \times \alpha \times \beta \times \gamma$$

Atlas waloryzacji zwykłych wód podziemnych 1 : 500 000 stanowi uzupełnienie Atlasu hydrogeologicznego Polski, skąd wzięte są (cz. I) podstawowe dane wyjściowe. Z uwagi na założenia metodyczne interpretację prowadzono nie w układzie wiekowym, lecz według typu wodonośca i głębokości ich występowania. Rezultatem jest podział na trzy zespoły map:

I — płytkich, porowych poziomów wodonośnych z przewagą systemu czwartorzędowego i ograniczonym udziałem trzeciorzędu, kredy dolnej, jury dolnej i środkowej, triasu dolnego;

II — płytkich, szczelinowych, głównie kredy górnej, jury górnej, triasu środkowego i górnego, dewonu środkowego;

III — głębokich, porowych i szczelinowych, z dominacją trzeciorzędu i mezozoiku.

Podział głębokościowy, choć ma charakter umowny, nawiązuje do założeń oceny waloryzacyjnej, wyrażonych stopniem izolacji (tab. 5). Struktury uznane jako dobrze i bardzo dobrze izolowane, występujące poniżej 100 m kwalifikowano jako głębokie, natomiast do 100 m jako płytkie.

Tab. 5. Kryteria bazowe W_1 (w punktach)

Jakość wody	Stopień izolacji lub głębokość poziomu wodonośnego				
	b. wyoki lub > 150 m	wysoki lub 150–100 m	Średni lub głębokość		Niski lub głęb. < 15 m
			a) 100–50 m	b) 50–15 m	
I bardzo dobra bez antropopresji	50	40	30	25	20
II b. dobra z niewielką antropopresją	45	35	28	22	18
III dobra bez antropopresji	40	30	25	20	15
IV dobra z niewielką antropopresją	30	25	20	15	10
V średnia z niewielką antropopresją	20	15	10	8	5
VI średnia z wyraźną antropopresją	10	8	5	3	1
VII zła	0	0		0	0

Literatura

- ALBINET E. 1970 — Carte de vulus rebilite à la pollution des nappes d'eau souterraine de la France. BRGM, Orlean.
Atlas hydrogeologiczny Polski 1 : 500 000 — B. Paczyński (red.). PIG, Warszawa — cz. I, 1993; cz. II, 1995.
Atlas zasobów energii geotermalnej na Niziu Polskim 1995 — W. Górecki (red.) KBN-AGH. Tow. Geosyn. Pol. Kraków.
BAMBERG H. F. 1987 — Classification of groundwater by qu-

ality and hazard classes. Intern. Symp. on Groundwater Monitoring and Management. Dresden.

CZEBAN E. R. 1972 — Rozwiedka i Ochrona Niedr. 4: 46–48.

DYNOWSKA I. (red.) 1993 — Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych. Wyd. UJ, Kraków.

GÓRSKI J., KAŻMIERCZAK-WIJURA Z. PŁÓCIENNIK D., PRZYMUS-WICHERKIEWICZ J. & REMISZ W. 1984 — Ocena zagrożenia jakości wód podziemnych oraz analiza stopnia ich zanieczyszczenia. IKS-Oddz., Poznań.

KUZMICKA O. W., SIENNOW A. S. & CZERNYSZEWA I. W. 1994 — Metodika sprawnościowej ekonomicznej oceny miastoróżdzenia podziemnych wód. St. Petersburg Uniw.

MACIOSZCZYK T., RODZUCH A. & FRĄCZEK E. 1993 — Projektowanie stref ochronnych źródeł i ujęć wód podziemnych. Poradnik metodyczny. MOŚZNIŁ, Warszawa.

Mapa głównych zbiorników wód podziemnych wymagających szczególnej ochrony 1 : 500 000. A. S. Kleczkowski (red.), AGH, Kraków, 1991.

PACZYŃSKI B. 1988 — Waloryzacja zbiorników wód podziemnych w aspekcie ich ochrony. IV Ogólnop. Symp. nt. Aktualne problemy hydrogeologii. Wyd. Inst. Morsk., Gdańsk.

PACZYŃSKI B. 1989 — Zasoby a waloryzacja głównych zbiorników wód podziemnych w Polsce. Symp. nt. Strategia ochrony głównych zbiorników wód podziemnych w Polsce. AGH, PZTS, Częstochowa.

PACZYŃSKI B. 1991 — [W:] Atlas zasobów surowców i odpa-

dów mineralnych oraz zagrożeń środowiska w układzie gminnym. S. Kozłowski (red.), Mapa 1 : 750 000, nr 6, PIG, Warszawa.

PACZYŃSKI B., PŁOCHNIEWSKI Z. & SADURSKI A. 1991 — Regionalne badania wód o wysokiej i trwałej jakości. Stan ich rozpoznania i perspektywy użytkowania. Publikacja CPBP 04.10, z. 5b. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.

PACZYŃSKI B. 1992 — Screening of aquifers for the needs of efficient management and conservation of water. Intern. Symp. nt. Hydrogeological mapping and ground water monitoring in the baltic states. Lithuania–Palanga.

PACZYŃSKI B. 1993 — Prz. Geol., 41: 168–170.

PACZYŃSKI B., MACIOSZCZYK T., KAZIMIERSKI B. & MITRĘGA J. 1995 — Ustalenie dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych. Poradnik metodyczny. PIG, Warszawa.

SYNOWIEC A. 1991 — Biul. Komisji ds. Ocen Oddziaływania na Środowisko, 2: 27–30.

System opłat za szczególnie korzystanie z wód (pr. zbiorowa) 1985 — Pol. Tow. Ekon. Warszawa,

Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa, 1991.

ZATORSKA-SADURSKA J. 1990 — Koncepcja kompleksowej waloryzacji środowiska przyrodniczego jako podstawa identyfikacji sytuacji konfliktowych w zagospodarowaniu przestrzennym. Podstawy przestrzennej ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego. CPBP 04.10.11, z. 9. Polit. Gdańsk.